

01P 03987

29.11.88

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3908673 A1

51 Int. Cl. 4:
H04R 25/00
H 04 R 3/02

21 Aktenzeichen: P 39 08 673.9
22 Anmeldetag: 16. 3. 89
43 Offenlegungstag: 28. 9. 89

DE 3908673 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
18.03.88 DK 1479/88

71 Anmelder:
Oticon A/S, Snækersten, DK

74 Vertreter:
Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Finsterwald, M.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Heyn, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., 8000 München; Rotermund, H.,
Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

72 Erfinder:
Weinrich, Soeren, Espergarde, DK

54 Hörhilfe, insbesondere Einsteck-Hörhilfe

Eine Hörhilfe mit einem Mikrophon (1), einem Verstärker (8) und einem Empfänger (3), der verstärkten Schall an den Benutzer weitergibt, zeichnet sich dadurch aus, daß ein zweiter Signalweg vorgesehen ist mit einer Rückkopplung unterdrückenden Mikrophon (9), das an einer Stelle sitzt, an der es den Rückkopplungen verursachenden Schall vom Empfänger aufnimmt. Das Ausgangssignal dieses Mikrophons wird entsprechend abgeschwächt (12) und um einen Zeitraum t verzögert (13), der dem effektiven akustischen Abstand $(a+b)$ zwischen dem zweiten und dem Hauptmikrophon entspricht, und dies wird einem Differenzverstärker (14) an einem gegengerichteten Eingang zum Signal vom Hauptmikrophon zugeführt. Auf diese Weise kann die Signalkomponente im Signal vom Hauptmikrophon, die Rückkopplung oder »Pfeifens« erzielen kann, im wesentlichen beseitigt werden. Die Erfindung ist besonders zur Benutzung bei »Einsteck«-Hörhilfen (ITE) geeignet. Das Rückkopplungen unterdrückende Signal kann auch über einen akustischen Weg dem Hauptmikrophon zugeführt werden, wenn dieser ein zu einem hinteren Hohlraum eines Richtungs- oder Differenz-Mikrophons führendes Rohr oder ein solcher Kanal ist.

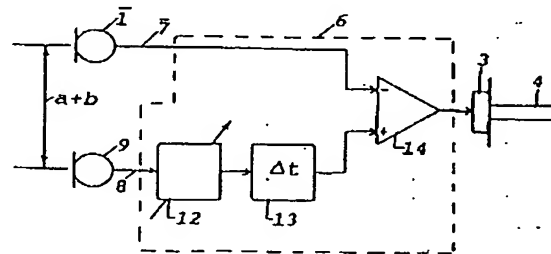


Fig. 2

DE 3908673 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hörhilfe der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angeführten Gattung.

Bei vielen Arten von Hörhilfe, insbesondere bei Einsteck-Hörhilfen, kann Schall vom Empfänger, der für das schallempfindliche Organ des Benutzers bestimmt ist, das Mikrophon längs eines akustischen Übertragungsweges erreichen, dessen Länge und Abschwächung so gering ist, daß eine akustische Rückkopplung oder ein "Pfeifen" auftreten kann. Das trifft insbesondere bei Hörhilfen zu, die im Ohr zu tragen sind, mit einem Belüftungskanal, der den äußeren Gehörgang mit der Atmosphäre verbindet, da der vom Empfänger in den Gehörgang abgegebene Schall über den Belüftungskanal und die Umgebung zu dem verhältnismäßig nahe beim Belüftungskanal liegenden Mikrophon fortgepflanzt werden kann.

Es wurden verschiedene Versuche vorgeschlagen oder unternommen, die Gefahr einer akustischen Rückkopplung zu verringern, jedoch hat sich bis jetzt keiner dieser Versuche als erfolgreich erwiesen. So wurde versucht, den Belüftungskanal teilweise oder vollständig zu verschließen, oder verschiedene Filter, Phasenschieber und/oder Zeitverzögerungen, ja sogar eine Gegenkopplung in den Verstärkungsweg einzuführen, jedoch haben alle diese Versuche nur dazu geführt, daß sich der Benutzer stärker gestört fühlte oder daß die durch die Hörhilfe bearbeitete Sprache schwerer verständlich wurde.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Hörhilfe der eingangs genannten Gattung zu schaffen, bei der die Gefahr einer zu "Pfeifen" führenden akustischen Rückkopplung beseitigt oder zumindestens wesentlich reduziert ist.

Dieses Ziel wird erreicht durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1.

Bei dieser Anordnung wird der Teil des Schalles vom Empfänger, der den Verstärkereingang erreicht, durch einen entgegengesetzt gleichen "Antischall" von dem zusätzlichen Signalweg aufgehoben, so daß nur die durch Umgebungsschall verursachte, zu verstärkende Komponente des den Verstärker erreichenden Signals wirksam an das schallempfindliche Organ des Benutzers übertragen wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hörhilfe, deren technischen Auswirkungen in der nachfolgenden eingehenden Beschreibung dargelegt sind, werden in den Ansprüchen 2 bis 8 angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert; in dieser zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch eine erste Ausführung einer Hörhilfe,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Schaltungsbestandteile der Ausführung nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt durch eine zweite Ausführung einer Hörhilfe, und

Fig. 4 eine weit vergrößerte Teilansicht des mit IV in Fig. 3 bezeichneten Bereiches.

Wie aus Fig. 1 und 3 zu sehen, sind die als Beispiel gezeigten Ausführungen der erfindungsgemäßen Hörhilfe vom sog. "Einsteck"-Typ (ITE-Typ), gebildet durch ein stöpselförmiges Gerät, das zum Einsetzen in den äußeren Gehörgang (nicht dargestellt) des Benutzers ausgelegt ist. In an sich bekannter Weise umfassen beide Ausführungen

- ein Mikrophon 1, das durch einen Luftkanal 2 mit der umgebenden Atmosphäre verbunden ist,
- einen elektroakustischen Wandler oder Empfänger 3, der über einen Luftkanal 4 mit einem Teil des äußeren Gehörganges des Benutzers in der Nähe der Hörhilfe verbunden ist,
- einen Belüftungskanal 5, der eine permanente Verbindung zwischen dem genannten Teil des Gehörganges und der Außenatmosphäre darstellt, und
- später beschriebene Übertragungs- und Verstärkungs-ausrüstungen für die Signale vom Mikrophon 1 zur Weitergabe zum Empfänger 3.

Bei der in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführung umfaßt die zur Übertragung und Verstärkung von Signalen vom Mikrophon 1 zum Empfänger 3 vorhandene Ausrüstung einen elektronischen Signalprozessor 6, dessen Ausgang mit dem Empfänger 3 verbunden ist und von dem ein erster Eingang 7 mit dem Mikrophon 1 verbunden ist, das ausgelegt ist, Schall von der Umgebung aufzunehmen. Nachfolgend wird dieses Mikrophon 1 als "Hauptmikrophon" bezeichnet.

Zusätzlich zu dem ersten Eingang 7 umfaßt der Signalprozessor 6 auch einen zweiten Eingang 8, über den Signale von einem zweiten Mikrophon 9 zur Rückkopplungs-Unterdrückung empfangen werden, das ausgelegt ist, Schall von einer Stelle 10 im Belüftungskanal 5 über einen Luftkanal 11 zu empfangen.

Der zweite Eingang 8 ist mit dem Eingang eines variablen Abschwächers 12 (Fig. 2) verbunden, dessen Ausgang mit einer Verzögerungseinheit 13 verbunden ist, welche wiederum über ihren Ausgang an den positiven Eingang (+) eines Differenzverstärkers 14 angeschlossen ist. Der andere, negative Eingang des Differenzverstärkers 14 ist mit dem ersten Eingang 7 verbunden, über den die Signale vom Hauptmikrophon 1 empfangen werden. Der Ausgang des Differenzverstärkers 14 führt dann zum Empfänger 3; bei der gezeigten Ausführung ist die Verbindung direkt geschaltet, jedoch kann auch hier noch ein weiterer Verstärker, ein Filter und/oder ein anderes Signalbearbeitungsgerät vorhanden sein.

Die Stelle 10, d.h. der Ort in dem Belüftungskanal 5, an dem die zum zweiten Mikrophon 9 führende Luftkanal 11 mündet, besitzt einen Abstand a von der äußeren Öffnung 15 des Belüftungskanals 5, und diese Öffnung 15 besitzt wiederum einen Abstand b von dem zu dem Hauptmikrophon 1 führenden Luftkanal. Damit muß Schall vom Ort 10 zum Luftkanal 2 eine Strecke $a + b$ zurücklegen.

Die Verzögerungseinheit 13 nach Fig. 2 ist dazu ausgelegt, das Signal vom Abschwächer 12 zu dem Differenzverstärker 14 um einen Zeitraum Δt zu verzögern, entsprechend der Zeit, die der Schall zu seinem Weg durch die erwähnte Strecke $a + b$ braucht. Wenn die gezeigte Hörhilfe im Betrieb ist, wird unvermeidbar ein Teil des vom Empfänger 3 abgegebenen, aus dem Luftkanal 4 austretenden Schall durch den Belüftungskanal 5 zur Außenöffnung 15 "lecken", und ein Teil des auf diese Weise durch die Außenöffnung 15 austretenden Schalles wird den

Luftkanal 2 und damit das Mikrophon 1 erreichen. Wenn kein zweites, Rückkopplungen unterdrückendes Mikrophon 9 mit den zugehörigen Schaltungsbestandteilen wie dem Abschwächer 12, der Verzögerungseinheit 13 und dem "positiven Anteil" des Differenzverstärkers 14 vorhanden ist, kann das zu Rückkopplung oder "Pfeifen" führen. Das wird jedoch dadurch vermieden, daß das Mikrophon 9 und die zugehörigen, erwähnten Schaltungsbestandteile vorhanden sind. Zur gleichen Zeit, wie der "Durchleck"-Schall vom Empfänger 3 durch die Luft von der Stelle 10 zum Luftkanal 2 des Hauptmikrophons 1 kommt, wird der durch das Mikrophon 9 an der Stelle 10 aufgenommene Schall in ein elektrisches Signal gewandelt, das im Abschwächer 12 geschwächt, in der Verzögerungseinheit 13 um den erwähnten Zeitabstand Δt verzögert und an den positiven Eingang des Differenzverstärkers 14 angelegt wird. Durch geeignete Einstellungen des Abschwächers 12 und der Verzögerungseinheit 13 wird dieses Signal am positiven Eingang des Differenzverstärkers 14 mit gleicher Amplitude und Phase wie das Signal vom Hauptmikrophon 1 erhalten, das am negativen Eingang anliegt. Damit wird das Signal von der Verzögerungseinheit 13 die Komponente des Signals vom Hauptmikrophon 1 auslöschen, die durch den in der beschriebenen Weise vom Empfänger 3 empfangenen Schall entsteht. Damit wird das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 14 nur Signale vom Hauptmikrophon 1 enthalten, die aus dem empfangenen Umgebungsschall 16 entstehen. Ein kleiner Anteil des Umgebungsschalls 16 wird selbstverständlich auch durch das zweite Mikrophon 9 erfaßt, jedoch wird dies, abgeschwächt und verzögert, wie es bei den Signalen vom zweiten Mikrophon 9 vorgesehen ist, kein Auslöschen des Umgebungsschallsignals vom Mikrophon 1 verursachen können.

Es kann gezeigt werden, daß das Frequenzansprechverhalten der Hörhilfe nach Fig. 1 und 2, definiert als der Unterschied zwischen dem in dem Gehörgang durch den Empfänger 3 erzeugten Schalldruckpegel und dem in freien Feld gemessenen Schalldruckpegel des Umgebungsschalls 16 auf folgende Weise modifiziert wird:

$$\Delta_{FF} = 20 \log(1 - 10^{H(a+b)/20}),$$

wobei $H(a + b)$ die akustische Schwächung zwischen der Stelle 10 im Belüftungskanal und dem zum Hauptmikrophon führenden Luftkanal 2 ist.

Diese Abschwächung ist praktisch frequenzunabhängig bei Frequenzen unter 6 bis 7 kHz und hängt nur vom Abstand $(a + b)$ ab. Demzufolge wird das Frequenzansprechverhalten der Hörhilfe nur um eine frequenzunabhängige Größe geändert, was bedeutet, daß die Form der Frequenzansprechkurve erhalten bleibt und keine Hochfrequenzverstärkung verlorengeht.

Bei der in Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform bezeichnen gleiche Bezugszeichen und -zahlen wie in Fig. 1 und 2 Komponenten, die mindestens allgemein gleiche Funktion wie die entsprechenden Komponenten in Fig. 1 und 2 besitzen, und diese werden im einzelnen nur soweit beschrieben, wie es zur Erläuterung und Erklärung der Funktion der Ausführung nach Fig. 3 und 4 nötig ist.

Bei der in Fig. 3 und 4 gezeigten Ausführung ist das Mikrophon 1 so aufgebaut, daß es einen vorderen Hohlraum 17 und einen hinteren Hohlraum 18 besitzt, wobei die Anordnung so getroffen ist, daß von dem vorderen Hohlraum 17 Ausgangssignale des Mikrophons erzeugt werden, die die entgegengesetzte Phase zu Signalen besitzen, die durch Schall erzeugt werden, der vom hinteren Hohlraum 18 kommt. Derartige Mikrophone sind als "Richtungs-" oder "Differential"-Mikrophone bekannt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Rückkopplungen unterdrückende Verbindung zwischen der Stelle 10 im Belüftungskanal 5 und dem Mikrophon 1 durch ein Rohr 19 gebildet, das leicht so mit Krümmungen versehen ist, daß sich eine effektive akustische Länge dieses Rohres ergibt, welche der akustischen Länge der Strecke $a + b$ äquivalent ist. Das Ausgangsende des Rohres 19 ist an den hinteren Hohlraum 18 des Mikrophons 1 angeschlossen, und die Verbindung enthält vorzugsweise eine akustische Abschlußimpedanz 20 nach Fig. 4, um Reflexionen an der Eintrittsstelle zum hinteren Hohlraum 18 zu vermeiden, d.h. um zu gewährleisten, daß eine freie Fortpflanzungsschallwelle das Rohr 19 durchläuft.

Da die effektive akustische Länge des Rohres 19 der effektiven akustischen Strecke von der Stelle 10 bis zum äußeren Ende des Luftkanals 2 zum Mikrophon 1 äquivalent ist, wird der von der Stelle 10 zum Mikrophon 1 in den beiden angeführten Wegen übertragene Schall gleich verzögert, und durch Einstellen eines in das Rohr 19 eingesetzten akustischen Ventils 21 ist es möglich, eine im wesentlichen vollständige Unterdrückung der Rückkopplung durch die akustische Verbindung zwischen dem Empfänger 3 und dem Mikrophon 1 zu erreichen.

Ein Verstärker 22, der bei dieser Ausführung ein konventioneller Geradeaus-Verstärker sein kann, verstärkt das sich ergebende Nettosignal vom Mikrophon 2 und überträgt es in üblicher Weise zum Empfänger 3.

Der Fachmann kann weitere Abwandlungen der erfindungsgemäßen Hörhilfe erkennen, die ohne Verlassen des beanspruchten Schutzbereiches eingeführt werden können. So kann prinzipiell die Erfindung auch auf andere Hörhilfearten angewendet werden, als sie hier gezeigt sind, z.B. auf Hörhilfen, die teilweise hinter dem Ohr getragen werden.

Das Rohr 19 aus Fig. 3 kann anders als in der gezeigten Weise geformt sein, z.B. schneckenartig oder spiralförmig gewunden oder in Zickzackform "weich" abgerundet, oder es kann andere Formen besitzen, solange dem Rohr 19 oder einem dazu äquivalenten Kanal die erforderliche effektive akustische Länge gegeben werden kann.

Die aktiven Bestandteile, wie der Differenzverstärker 14 aus Fig. 2 und der Geradeaus-Verstärker 22 nach Fig. 3, möglicherweise auch der Abschwächer 12 und die Verzögerungseinheit 13, können durch entsprechende (nicht dargestellte) Batterien mit Leistung versorgt werden. Bei zwei Mikrophenen 1 und 9, wie in Fig. 1 und 2 gezeigt, werden bevorzugt beide Mikrophone allgemein vom gleichen Typ sein, d.h. es werden entweder druckempfindliche oder geschwindigkeitsempfindliche (dynamische) Mikrophone eingesetzt.

1. Hörhilfe mit

- a) einem Mikrophon (1) zum Empfang von Umgebungsschall (16) und zur Erzeugung von dem Umgebungsschall entsprechenden elektrischen Signalen,
- b) einem Verstärker (14; 22) zum Verstärken der elektrischen Signale von dem Mikrophon und zum Zuliefern der verstärkten Signale zu
- c) einem elektroakustischen Wandler (3), der zum Wandeln der verstärkten Signale in akustische Signale und zum Zuleiten derselben zu dem Trommelfell oder einem anderen schallempfindlichen Organ des Benutzers ausgelegt ist,

gekennzeichnet durch

- d) einen zusätzlichen Signalweg (11, 9, 8, 12, 13; 19, 18), der von einer Stelle (10) in einem bevorzugten Schallübermittlungsweg (4, 5, 15, 2) zwischen dem Wandler (3) und dem Verstärker (14; 22) wegführt, wobei die Übertragungszeit (Δt) längs des zusätzlichen Signalweges im wesentlichen gleich der Übertragungszeit längs des bevorzugten Weges für den Schall von der Stelle (10) zu dem Mikrophon (1) ist, die Ausgangssignale von dem zusätzlichen Signalweg im wesentlichen mit entgegengesetzter Phase und gleicher Amplitude zu dem Eingang des Verstärkers geliefert werden, wie die dort von dem Mikrophon (1) empfangenen, durch über den bevorzugten Weg fortgepflanzten Schall verursachten Signale.

2. Hörhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Signalweg umfaßt:

- a) ein zweites Mikrophon (9), das an oder in der Nähe der Stelle (10) sitzt,
- b) einen Abschwächer (12), dessen Eingang mit dem Ausgang des zweiten Mikrophons (9) verbunden ist, und
- c) eine elektrische Signalverzögerungseinheit (13), deren Eingang mit dem Ausgang des Abschwächers (12) verbunden und deren Ausgang mit dem Verstärker (14) so verbunden ist, daß eine Gegenwirkung zum Signal von dem ersten Mikrophon (1) erfolgt, welches durch längs dem bevorzugten Weg fortgepflanzten Schall verursacht ist.

3. Hörhilfe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (14) ein Differenzverstärker mit zwei Eingängen (+, -) ist, von denen der eine (-) mit dem Ausgang des ersten Mikrophons (1) und der andere (+) mit dem Ausgang der Verzögerungseinheit (13) verbunden ist.

4. Hörhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Weg ein Rohr (19) umfaßt, das von der Stelle (10) zu einem akustischen Eingang (18) in dem Mikrophon führt, der ausgelegt ist, die Erzeugung von Signalen entgegengesetzter Phase zu den in Abhängigkeit von dem Umgebungsschall (16) erzeugten Signalen zu verursachen.

5. Hörhilfe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) das Mikrophon (1) von der Bauart mit einem vorderen (17) und einem hinteren (18) Hohlraum ist, wobei in den beiden Hohlräumen aufgenommener Schall Signale mit entgegengesetzter Phase im Ausgangssignal des Mikrophons erzeugt, und
- b) ein Hohlraum (17) akustisch mit der Umgebungsatmosphäre (16) verbunden ist, während der andere Hohlraum (18) akustisch mit dem Ausgangsende des Rohres (19) verbunden ist.

6. Hörhilfe nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsende des Rohres (11) mit einem akustischen Impedanz-Anpassungselement versehen ist, beispielsweise einem akustischen Widerstand (20), der in einer Öffnung in der Wand des Rohres sitzt.

7. Hörhilfe nach einem der Ansprüche 4 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (9) mit einem einstellbaren akustischen Ventil (21) versehen ist.

8. Hörhilfe nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet,

- a) daß sie eine sogenannte "In-Ohr-Hörhilfe" bildet, die zum Einsetzen in den äußeren Gehörgang des menschlichen Ohres ausgelegt ist, und worin

- a1) das erstgenannte Mikrophon (1) durch eine Schallaufnahme-Leitung (2) oder einen Hohlraum im wesentlichen direkt mit der Umgebung (16) verbunden ist,
- a2) der elektroakustische Wandler (3) mit einer schallerzeugenden Ausgangsleitung oder einem solchen Hohlraum (4) versehen ist, die bzw. der in dem äußeren Gehörgang nach innen gerichtet ist, und

- a3) ein Belüftungskanal (5), der den Abschnitt des Gehörganges innerhalb der Hörhilfe mit der Atmosphäre verbindet, sich durch das Gehäus der Hörhilfe erstreckt, und

- b) daß die Stelle (10) in dem Belüftungskanal (5) liegt.

3908673

14*

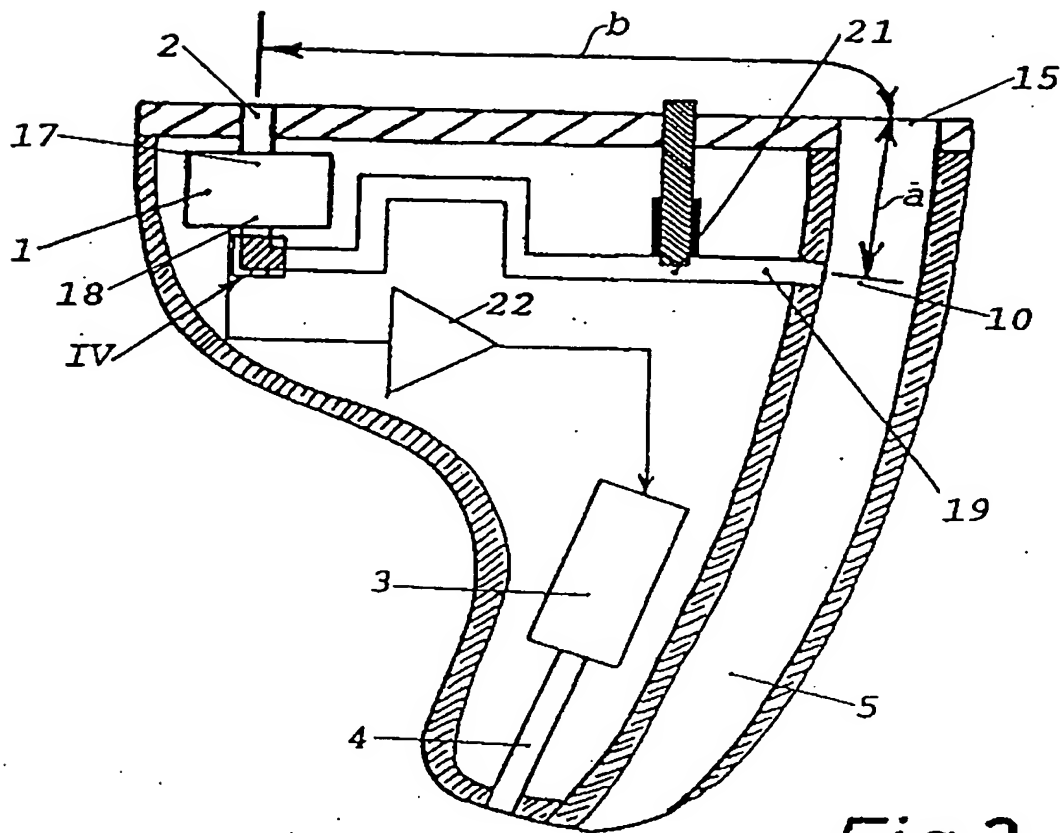


Fig.3

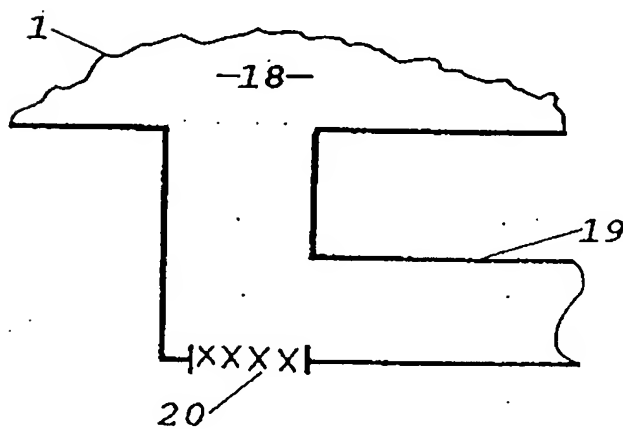


Fig.4